



# Fart, føre og friksjon

Valg av kjørefart på vinterføre

RAPPORT

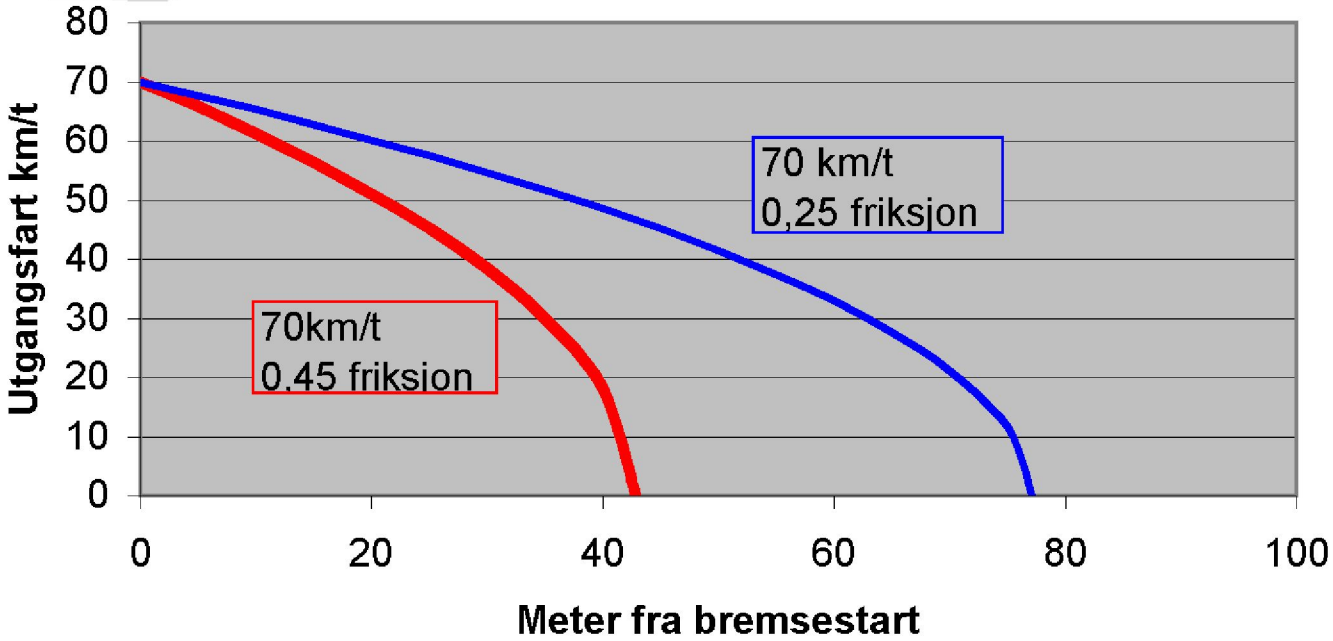
Veg- og trafikkavdelingen

nr: TS 2008 : 3

Statens vegvesen Vegdirektoratet  
Postboks 8142 Dep  
N - 0033 Oslo  
Tlf. (+47 915) 02030  
E-post: [publvd@vegvesen.no](mailto:publvd@vegvesen.no)  
  
ISSN 1507-5743



## Bremseforløp



<b>TS - RAPPORT</b>	<b>TS - REPORT</b>
<b>Tittel</b> Fart, føre og friksjon Valg av kjørefart på vinterføre	<b>Title</b> Speed on Winter roads
<b>Forfatter</b> Arild Ragnøy, Vegdirektoratet	<b>Author</b> Arild Ragnøy
<b>Avdeling/kontor</b> Veg og trafikkavdelingen, Trafikksikkerhetsseksjonen	<b>Department/division</b> Department of Roads and Traffic Road Safety Section
<b>Prosjektnr</b>	<b>Project number</b>
<b>Rapportnr</b> TS 2008: 3	<b>Report number</b> TS 2008: 3
<b>Prosjektleder</b> Trond Harborg, Region Nord	<b>Project manager</b> Trond Harborg
<b>Oppdragsgiver</b> Statens vegvesen, Region nord	<b>Project program/employer</b> Norwegian Public Roads Administration
<b>Emneord</b> Fart, føreforhold, friksjon, målinger, bremselengder	<b>Key words</b> Speed, friction, measures, breaking distance
<b>Sammendrag</b> <p>Risikoen for ulykker på snø og isdekkede veger er generelt betydelig høyere enn på tørr bar veg.</p> <p>Statens vegvesen som vegeier, gjør gjennom vintervedlikeholdet en stor innsats for å opprettholde gode friksjonsforhold på vegnettet i løpet av vinteren. Trafikantene kan imidlertid ved å tilpasse sin kjørefart til de rådende forhold også bidra til å kompensere for redusert friksjon.</p> <p>Fart, friksjon og føreforhold er registrert samtidig på 3 målepunkter i Nordland og Troms vinteren 2006/2007. Resultatene viser at trafikantene til en viss grad foretar en tilpassing av sin kjørefart til de rådende føre- og friksjonsforhold.</p> <p>Tilpasningen er <b>imidlertid ikke tilstrekkelig stor</b> til å kunne gi tilsvarende bremsestrekningen som ble valgt på tørr bar veg. Generelt utgjør tilpasningen om lag 25 % av hva den burde være for å opprettholde samme sikkerhetsmargin uavhengig av føreforholdet.</p>	<b>Summary</b> <p>Accident rates are higher on slippery roads than on dry roads. The Norwegian Public Roads Administration tries through winter maintenance operations to increase the friction and keep the accident rate as low as possible on snow and icy roads. Road users can do their share by choosing a lower speed to compensate for the lowered friction.</p> <p>Speed, friction and road conditions (snow, ice etc.) were measured on three different road sections in Nordland and Troms counties in Norway during the winter 06/07.</p> <p>Results show that vehicle drivers do lower their speed when friction is low, but the lowering is not big enough to fully compensate for the reduced friction.</p> <p>On a general basis the speed reduction is about 25% of what it should be to maintain the same safety margin as on a dry road.</p>
<b>Språk</b> Norsk	<b>Language of report</b> Norwegian
<b>Antall sider</b> 22	<b>Number of pages</b> 22
<b>Dato</b> 8/2-2008	<b>Date</b> 8/2-2008
<b>ISSN 1503-5743</b>	<b>ISSN 1503-5743</b>

## Forord

Hver vinter medfører snø og is vanskelige kjøreforhold på norske veier. Dette reduserer fremkommeligheten og øker risikoen for trafikkulykker dersom det ikke gjøres forebyggende tiltak. Nullvisjonen plasserer ansvaret for at det ikke skal inntreffe alvorlige trafikkulykker delt mellom de som utformer trafikksystemet og trafikantene. På den ene siden er vegeier ansvarlig for å iverksette ulike drifts- og vedlikeholdstiltak for å stille et så trafikksikkert vegsystem som mulig til rådighet. På den andre siden har trafikantene et ansvar for å tilpasse farten etter de til enhver tid rådende føreforhold. Siktemålet med dette prosjektet har vært å undersøke hvordan trafikantene tilpasser kjørefarten sin til vekslende føreforhold.

Det er tidligere gjort enkelte undersøkelser innenfor dette temaet. Det er imidlertid et behov for mer kunnskap innenfor emnet, og relativt få av de tidligere undersøkelsene er gjort i Nord-Norge. Kunnskapsbehovet samt ønsket om å framskaffe flere lokale data for Region nord gjorde at regionen i 2006 søkte Vegdirektoratet om FoU-midler til å gjennomføre en undersøkelse. Søknaden medførte at Region nord ble tildelt FoU-midler fra Vegdirektoratet for budsjettåret 2007.

I undersøkelsen er det målinger av fart og friksjon på et utvalg av typiske føreforhold om vinteren. De som har stått for den praktiske innsamlingen av data er Ole Magnus Ellefsen i Midtre Hålogaland distrikt, Johnny Andreassen i Midtre Troms distrikt og Ottar Nilsen i Salten distrikt.

Kontaktperson i Region nord har vært Trond Harborg ved Veg- og trafikkavdelingen. Transportøkonomisk institutt v/forsker Arild Ragnøy, ble engasjert for å utarbeide registreringsopplegget og til å foreta analysen av de innsamlede dataene. Underveis i prosjektperioden endret Ragnøy arbeidssted til Vegdirektoratet. Han har skrevet den foreliggende rapporten.

Oslo, februar 2008  
Trafikksikkerhetsseksjonen

Finn Harald Amundsen  
Seksjonsleder

# **Innhold**

	<b>Side</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>4</b>
<b>1. Bakgrunn og problemstilling</b>	<b>5</b>
<b>2. Hvordan gjøre problemstillingen løsbar. Hva skal vi måle?</b>	<b>6</b>
<b>3. Valg av punkter og måleopplegg</b>	<b>7</b>
<b>4. Datamaterialets omfang og kvalitet</b>	<b>8</b>
<b>5. Resultater</b>	<b>9</b>
5.1 Kjøre fart	9
5.2 Friksjon	10
5.3 Bremselengder	11
5.4 Friksjonstilpasset fart	12
5.5 Generalisert sammenheng mellom friksjon og fart	13
<b>6. Andre studier som omhandler fart, friksjon og føreforhold</b>	<b>15</b>
6.1 Fartsvalg	16
6.2 Friksjon	17
<b>7. Konklusjon</b>	<b>18</b>
<b>8. Referanser</b>	<b>19</b>
<b>Vedlegg 1 Føreregistreringsskjema</b>	<b>20</b>

## Sammendrag

Målet med dette prosjektet har vært å undersøke hvordan trafikantene tilpasser kjørefarten sin til vekslende føreforhold om vinteren. I undersøkelsen er det målt kjørefart, friksjon og registrert føreforhold. Registreringene er foretatt i tre registreringspunkter i Region nord: Rv. 80 Nordvika i Salten, Rv. 83 v/Vollstad i Midtre Hålogaland og E8 Sandvikeidet ved Tromsø.

Det er benyttet følgende inndeling av føreforhold: Tørr bar veg (1), våt bar veg (2), slaps (3), løs snø (4), hard snø (5), is (6), tynn is (7), bart i spor (8) og glatt i spor (9). Inndelingen er valgt for å kunne sammenligne resultatene fra denne undersøkelsen med andre større og mer omfattende undersøkelser som er foretatt i Norge i løpet av de siste 10 årene.

Til sammen er det i undersøkelsen målt hastigheter på 27781 kjøretøyer i totalt 121 timer hvor det er foretatt friksjonsmålinger. På alle føreforhold, bortsett fra glatt i spor, er antallet målte kjøretøyer stort nok til å beregne den gjennomsnittlige kjørefarten med tilstrekkelig nøyaktighet. Antallet registrerte føreforhold og tilsvarende friksjonsmålinger er relativt lite. Det innebærer at antallet er for lite til med sikkerhet å fastslå hva friksjonen faktisk har vært på de ulike føreforholdene.

Analysen av de innsamlede dataene viser at bilførerne kun i mindre grad tilpasser kjørefarten til føreforholdet på stedet. Størst er tilpasningen til de mest "synlige" vinterføreene, dvs. slaps, løs snø og hard snø. Da går farten ned med 5 – 8 % i forhold til tørr bar veg, noe som tilsvarer en fartsreduksjon på ca. 6 km/t. På de mindre synlige føretypene tynn is og bart i spor er fartsreduksjonen svært liten (om lag 1 %), mens på våt bar veg endres farten omtrent ikke sammenlignet med tørr bar veg.

Fartstilpasningen på alle føretyper er langt fra tilstrekkelig til å veie opp for dårligere friksjon. Det betyr at bremselengden øker betydelig sammenlignet med kjøring på tørr bar veg. Mest øker den på tynn is med nesten 50 %. Økningen er større på de "usynlige" føretypene tynn is og is enn på de "synlige" vinterføreene løs snø, hard snø og slaps.

Med friksjonstilpasset fart menes den kjørefarten som gir samme sikkerhetsmargin (dvs. bremselengde) ved kjøring på ulike føreforhold. Sammenligningsgrunnlaget her er den farten som gir samme bremselengde som på tørr bar veg. I gjennomsnitt velger trafikantene en fart som er om lag 20 - 25 % høyere enn det den burde ha vært for å opprettholde samme bremselengde som ved tørr bar veg.

Fartstilpasningen i denne undersøkelsen er mindre enn hva som er tilfelle i to andre undersøkelser hvor de samme problemstillingene er belyst. Den ene undersøkelsen gjengir resultater basert på målinger spredt rundt i Norge, mens den andre gjengir resultater fra målinger i Troms fylke. Tilpasning av kjørefarten til føreforholdet synes generelt å være for liten, men tilpasningene målt i Troms er mindre enn hva som måles andre steder i Norge.

# 1. Bakgrunn og problemstilling

Bakgrunnen for dette prosjektet er de mange alvorlige trafikkulykkene i Salten-distriktet i perioden februar-mars 2006. I løpet av 7 uker omkom 8 mennesker i 6 dødsulykker i dette området. Medias fokus etter disse ulykkene ble rettet mot vintervedlikeholdet. I etterkant av ulykkene ønsket en i Region nord å undersøke sammenhengen mellom friksjonsforhold på vinterføre og trafikantenes valg av fartsnivå. Målsettingen er å framskaffe lokale data for senere bruk i det forebyggende trafiksikkerhetsarbeidet.

Ulykkene har skjedd på føreforhold som ikke er tørr bar mark og det er kanskje grunn til å tro at ulykkene har noe med manglende fartstilpasning å gjøre.

Aktuelle problemstillinger kan være:

1. Hvilken fart pleier man å velge på ulike føreforhold og friksjonsforhold?
2. Hvor stor er friksjonen på ulike føreforhold?
3. Hvilken fartstilpasning er nødvendig for å opprettholde en tilnærmet lik bremse/stoppstrekning på ulike føreforhold.

De reiste problemstillingene er komplekse og vanskelige og krever i bunn og grunn stor innsats for å kunne besvares fullt ut. En har imidlertid forsøkt å nærme seg problemene på en relativt enkel måte for om mulig å gå videre med problemstillingene som er reist. Det gjennomførte arbeidet må derfor betraktes som et forprosjekt eller pilotprosjekt.

Spørsmålene som reises retter fokus mot trafikantenes valg av fart på ulike føreforhold. Hva påvirker dette valget, og hva bruker eventuelt trafikantene som indikator/hjelp for å treffe sine valg?

Subjektiv risiko eller trafikantenes opplevelse av risiko er sannsynligvis et sentralt element i en slik tilpasning. Trafikantene ønsker å tilpasse sin kjørefart til de rådende forholdene på en slik måte at de opplever at risikoen ikke blir for stor. I neste omgang betyr dette at de kan håndtere og manøvrere bilen slik de vil og at de, ikke minst, kan stoppe kjøretøyet på en akseptabel strekning. Den til enhver tid nødvendige stoppstrekning kan betraktes som en sikkerhetsindikator foran bilen. Alt som befinner seg nærmere kjøretøyet enn den nødvendige stoppstrekningen vil bli truffet dersom føreren av kjøretøyet ikke kan manøvrere unna. ABS-bremser er med på å hjelpe oss til å muliggjøre en unnamanøver, men forenklet sagt er stoppstrekningen likevel av stor betydning.

Sammenhengen mellom kjørefart og omfanget av ulykker og skader er kjent og vel dokumentert. Flere undersøkelser dokumenterer også at for høy fart er medvirkende årsak til en stor andel av ulykkene rent generelt. I denne sammenheng, hvor fokus er rettet mot ulykker/skader som har skjedd hvor føreforholdet ikke er tørr bar veg, vil tilpasningen, eller snarere mangelen på tilpasning, av farten til de rådende friksjonsforholdene være ytterligere avgjørende.

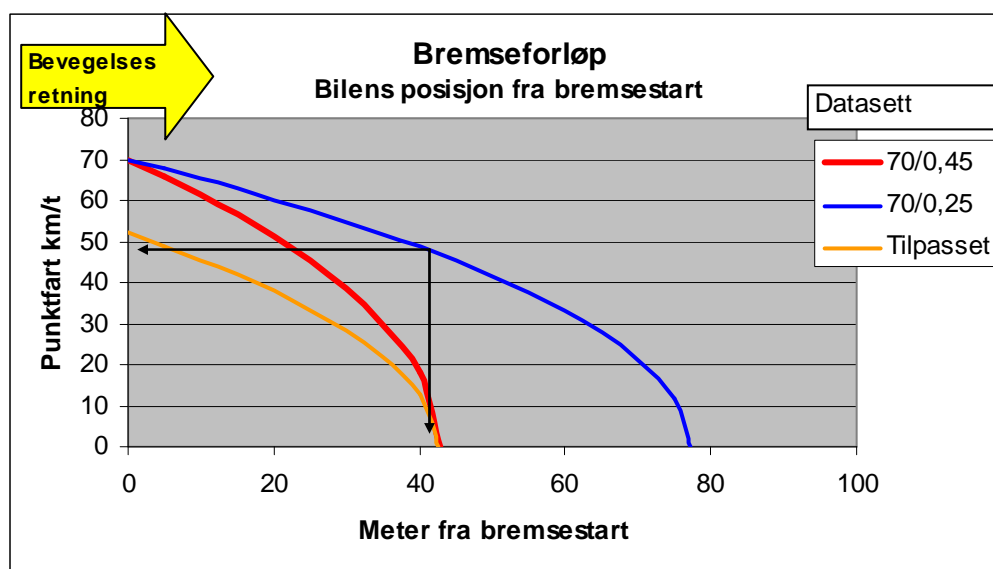
Vårt anliggende vil derfor være å undersøke om fartstilpasningen på ulike føreforhold/friksjonsforhold er slik at sikkerhetsmarginen, her valgt som bremsestrekningen, er vesentlig lavere (lengre bremsestrekning) ved kjøring på veger hvor friksjonen er lav, sammenliknet med tørr bar veg.

## 2. Hvordan gjøre problemstillingen løsbar. Hva skal vi måle?

Bremsestrekningen er en funksjon av den valgte farten og den foreliggende friksjonen. Bremseforløpet kan beregnes med klassisk bremsefriksjon.

Den røde kurven i diagrammet viser bremseforløpet for en bil med kjørefart 70 km/t. Kurven viser den aktuelle kjørefarten fra posisjon 0 meter fra bremsestart til en posisjon etter 43m hvor kjørefarten er 0 km/t og kjøretøyet står stille. Friksjonen er i dette tilfelle 0,45 hvilket tilsvarer en våt veg / litt dårlig asfalt.

Den blå kurven viser et tilsvarende bremseforløp fra samme kjørefart 70 km/t, men nå med en friksjon 0,25 eller en snødekket veg. Som det framgår er nå bremsestrekningen 77m eller nesten 80 % lenger en på våt veg. Alt som eventuelt hadde vært innenfor de 34 siste meterne av bremsestrekningen hadde blitt truffet av det bremsende kjøretøyet. Det er også verd å merke seg at kjørefarten etter 43m for den blå kurven er om lag 48 km/t. Det betyr at en gjenstand som eventuelt befant seg i dette punktet og som ikke ville bli truffet av den "røde bilen", ville blitt truffet av den blå bilen med en fart på 48 km/t.



Figur 1: Beregning av bremsestrekning og fart i bremseforløp under ulike fart og friksjonsforhold.

Den oransje kurven viser et bremseforløp hvor farten fullt ut er tilpasset forholdene på snø og isdekket veg med 0,25 friksjon. Bremselengden er her også 43m, men farten før bremsingen startet var 52 km/t. Den nødvendige fartstilpasningen for å opprettholde samme bremsestrekning eller sikkerhetsmargin, 43m, på både snø og isdekke (oransje kurve) og på våt bar veg (rød kurve) er med andre ord en fartstilpasning fra 70 km/t på våt bar veg til 52 km/t på snø og isdekket veg.

For å undersøke om trafikantene faktisk tilpasser kjørefarten til de rådende forholdene har vi vært ute i felten og registrert:

- Føreforholdet (bart, snø, osv)
- Friksjonen
- Kjørefarten

### 3. Valg av punkter og måleopplegg

I tillegg til et overordnet krav om at den valgte målestrekningen burde være relativt representativ for det aktuelle området hva vær og føreforhold gjelder er det ved valg av strekninger også tatt hensyn til at det finnes en klimastasjon som automatisk registrerer temperatur og nedbør, samt at det også måles kjørefart automatisk. Dette har i praksis ført til at en del tillempninger har vært nødvendig.

Førere registreringene foretas i umiddelbar nærhet av klimastasjonen (2-300m) og har en utbredelse på noen hundre meter.

Friksjonsmålingene gjøres på de strekningene hvor føreforholdet ble registrert.

Registreringene gjennomføres på timenivå. Dette innebærer at kjørefarten beregnes som et timegjennomsnitt, samt at temperatur og nedbørmålinger også akkumuleres til timeverdier. Føreforholdsregistreringene gjennomføres 1-2 ganger pr døgn eller så ofte som det er mulig. Tidspunktet for registreringen noteres slik at registreringen antas å gjelde minimum for den timen hvor registreringen er foretatt. Registreringene er foretatt vinteren 2006/2007.

I utgangspunktet ble 5 punkter valg ut for undersøkelsen. Ulike lokale problemer knyttet til gjennomføringen av registreringene medførte at data ble samlet i følgende 3 punkter.

*Tabell 1: Registreringspunkter etter vegident, sted, årsdøgntrafikk (ÅDT), og fartsgrense*

Pkt.nr	Distrikt	Vegnr	Hp	Km	Sted	ÅDT	Fartsgrense
1.	Salten	Rv 80	3	3,7	Nordvika	2500	80
2.	M.Hålogaland	Rv 83	1	15,94	Vollstad	1500	70
3.	M.Troms	E8	6	8,73	Sandvikeidet	4000	70

Det er utarbeidet et eget skjema for registrering av vær og føreforhold og samling av tilsvarende resultat av friksjonsmålinger. Dette er vist i vedlegg 1.

Følgende inndeling av føreforholdet er benyttet:

1. Tørr bar veg
2. Våt bar veg
3. Slaps
4. Løs snø
5. Hard snø
6. Is
7. Tynn is
8. Bart i spor
9. Glatt i spor

Inndelingen er valgt i tråd med andre, liknende gjennomførte undersøkelser, samt at det om ønskelig er mulig å "akkumulere" den valgte inndeling slik at den passer overens med føreforholdsbeskrivelsen som benyttes ved ulykkesregistrering (bar veg, snø og isdekket veg, sporslitt). Av vedlegget framgår en definisjon/forklaring på det enkelte føreforhold.



## 4. Datamaterialets omfang og kvalitet.

Tabell 2 viser omfanget av det innsamlede materialet på de tre stedene fordelt etter det registrerte føreforholdet. Tabellen viser antall føreforholdsvurderinger som er foretatt, antall friksjonsmålinger gjennomført, samt antall kjøretøyer som har passert i løpet av de timene det har blitt målt friksjon.

*Tabell 2: Datamaterialets omfang etter føreforhold og målepunkt. Antall føreforholdsvurderinger, antall friksjonsmålinger og antall kjøretøyer passert i den timen hvor registrering er foretatt.*

**Antall føreforholdsvurderinger**

	Tørr bar	Våt bar	Slaps	Løs snø	Hard snø	Is	Tynn is	Bart spor	Glatt spor	
Nordvika	1	1	0	4	5	4	0	6	0	21
Sandvikeidet	3	4	1	4	15	7	2	9	0	45
Vollstad	5	10	1	1	6	1	7	32	0	63
	9	15	2	9	26	12	9	47	0	129

**Antall friksjonsmålinger**

	Tørr bar	Våt bar	Slaps	Løs snø	Hard snø	Is	Tynn is	Bart spor	Glatt spor	
Nordvika	1	1	0	4	5	2	0	0	0	13
Sandvikeidet	3	4	1	4	15	7	2	9	0	45
Vollstad	5	10	1	1	6	1	7	32	0	63
	9	15	2	9	26	10	9	41	0	121

**Antall kjøretøyer i friksjonstimer**

	Tørr bar	Våt bar	Slaps	Løs snø	Hard snø	Is	Tynn is	Bart spor	Glatt spor	sum
Nordvika	26	98	0	431	810	524	0	923	0	2812
Sandvikeidet	723	942	233	752	3076	1467	455	2047	0	9695
Vollstad	1183	2422	197	178	1633	339	1768	7554	0	15274
sum	1932	3462	430	1361	5519	2330	2223	10524	0	27781

Som det framgår av tabellen er det totalt foretatt føreforholdsvurderinger 129 ganger hvorav 21 er gjort i Nordvika, 45 på Sandvikeidet og 63 på Vollstad.

På Sandvikeidet og på Vollstad er det målt friksjon hver gang det er foretatt en føreforholdsvurdering og antallet friksjonsmålinger og føreforholdsvurderinger er identiske. I Nordvika er det målt friksjon i ca 60 % av føreforholdsmålingene.

Den nederste del av tabellen viser antallet kjøretøyer som har passert i de timene hvor det samtidig er blitt målt friksjon. Totalt har 27781 kjøretøyer passert i de 121 timene det er foretatt friksjonsmålinger. På hard snø har 5519 kjøretøyer passert i de totalt 26 timene hvor dette føret er registrert og hvor det samtidig er foretatt friksjonsmålinger. 3076 kjøretøyer har passert på dette føreforholdet på Sandvikeidet.

Hensikten med den nedre delen av tabellen er å vise omfanget av kjøretøyer som har passert under ulike betingelser. Totalt viser den at på alle føreforhold bortsett fra glatt i spor er antallet målte kjøretøyer stort nok til å beregne den gjennomsnittelige kjørefarten med tilstrekkelig nøyaktighet.

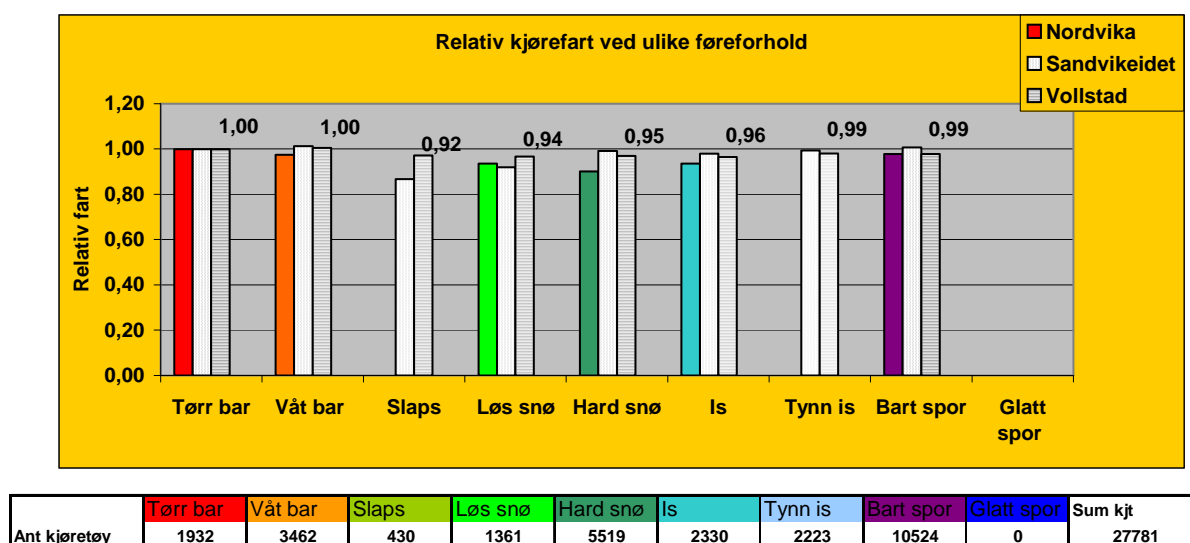
Samtidig viser tabellen at antallet registrerte forekomster av ulike føreforhold og tilsvarende friksjonsmålinger er relativt lite. Tynn is er for eksempel registrert beskjedne 9 ganger i løpet av observasjonsperioden. Dette innebærer at antallet er for lite til med sikkerhet å fastslå hva friksjonen er på dette føreforholdet. Hva gjelder de 2223 fartsmålingene som er foretatt på dette føreforholdet er det tilstrekkelig til å beregne hva kjørefarten på det faktisk registrerte føreforholdet har vært.

Også andre føreforhold er kun registrert et mindre antall ganger.

## 5. Resultater

### 5.1 Kjørefart

Den neste figuren viser resultatet av fartsmålingene foretatt på de tre stedene. For å eliminere dels forskjellene mellom fartsgrensene på de tre stedene, men også eventuelle forskjeller mellom den absolutte farten er kjørefarten framstilt relativt farten på tørr bar veg. Den er på hver av de tre stedene satt til 1,0. Den relative farten er vist på den vertikale akse, mens føreforholdene er oppgitt på den horisontale akse. Antallet kjøretøy som inngår i målingene for hvert føreforhold og totalt er vist under figuren.



Figur 2: Relativ kjørefart ved ulike føreforhold på hver av de tre stedene og samlet. Antall kjøretøyer på hvert føreforhold.

De tre stedene er gitt hver sin tegnforklaring i figuren. Målingene fra Nordvika er vist med heltrukket farge, Sandvikeidet med prikker og Vollstad med horisontale streker. Fargevalget for hvert føreforhold er som tidligere. Tørr bar veg er rød, våt bar er oransje osv. Hver søyle i diagrammet angir den relative farten på det aktuelle føreforhold og sted. Verdien som angis over de tre søylene fra hvert sted på et føreforhold er gjennomsnittet av de tre verdiene. Gjennomsnittet er beregnet som et aritmetisk middel uten hensyn til at antallet kjøretøyer er forskjellig på hvert av stedene. Eksempelvis for is er den relative farten i Nordvika målt til 0,94. Dette innebærer at farten trafikantene velger på is her er beregnet til 94 % av farten trafikantene her velger på tørr bar veg. For Sandvikeidet er den tilsvarende farten 98 % av farten på tørr bar mark og på Vollstad 97 %. For de tre målepunktene samlet er den relative farten 96 % av farten på tørr bar veg.

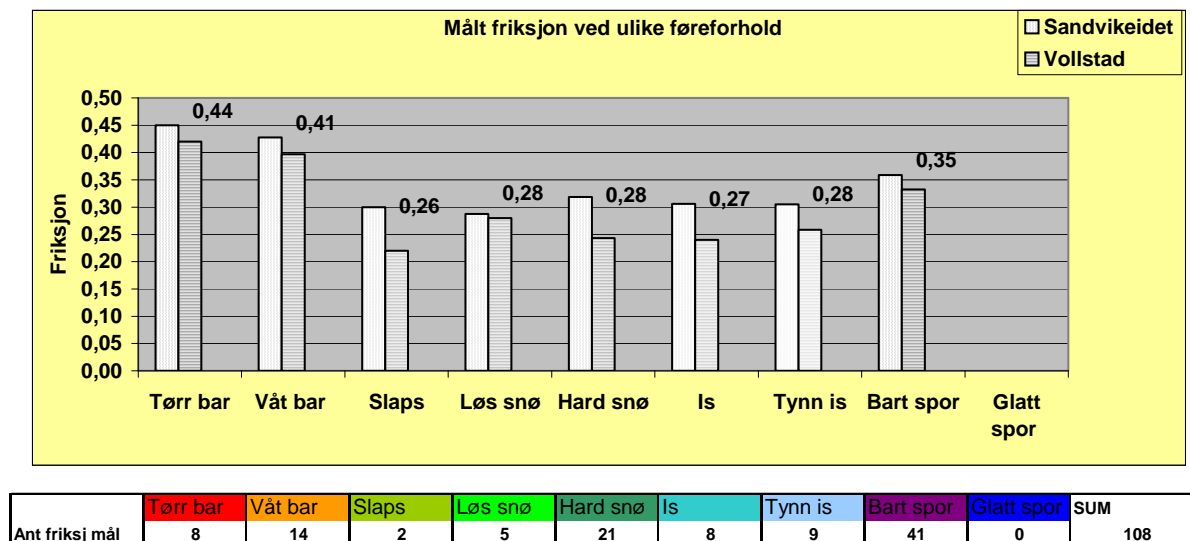
Totalt sett viser figuren at trafikantene kun i mindre grad tilpasser kjørefarten til føreforholdet på stedet. Størst er tilpasningen (endring av den relative farten) til de mest "synlige" vinterføreene hard snø, løs snø samt slaps hvor den relative farten er henholdsvis 0,95, 0,94 og 0,92. Sammenliknet med kjøring på bar veg i 75 km/t innebærer dette en reduksjon av kjørefarten med ca 6 km/t til 69 km/t ved kjøring på slaps.

På de mindre synlige vinterføreene som tynn is er den relative farten 0,99. På våt veg foretas omtrent ingen fartstilpasning sammenliknet med kjøring på tørr bar veg.

## 5.2 Friksjon

Antallet gjennomførte friksjonsmålinger i Nordvika var som tidligere vist betydelig mindre enn på de to andre stedene. Ved en kritisk gjennomgang av de målte verdier synes disse dessuten å være påfallende lave i noen sammenhenger.

Vi har derfor valgt å sette disse til side og baserer derfor figur 3 på de 108 målingene av friksjon foretatt på Sandvikeidet og Vollstad. Skravur, fargebruk og framstilling er for øvrig i tråd med den brukt i figur 2. På den vertikale akse framgår her den absolutte friksjonen målt ved ulike føreforhold. Antall forekomster av det enkelte føreforholdet framgår.



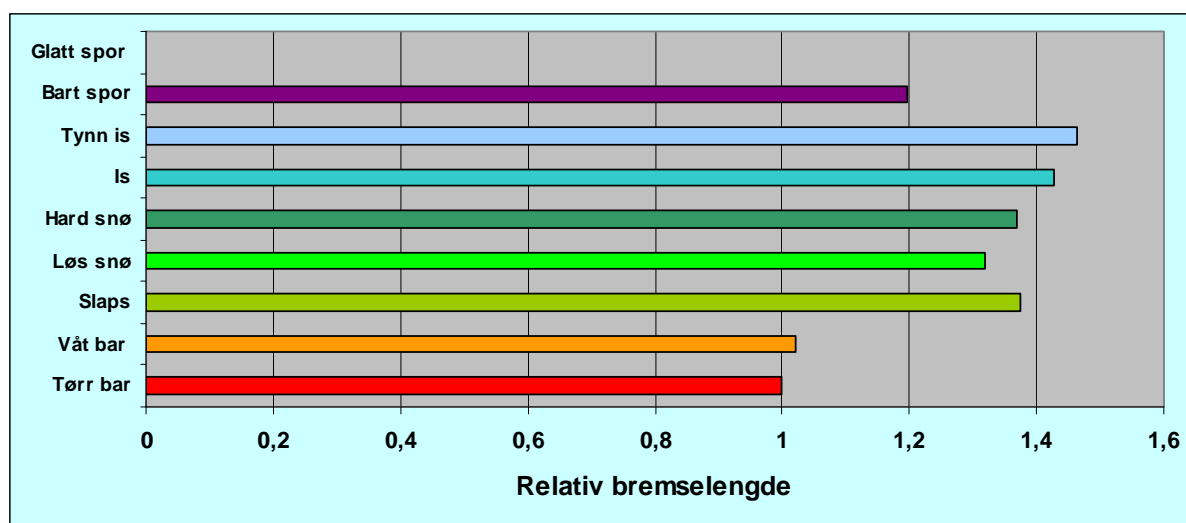
Figur 3: Målt friksjon ved ulike føreforhold på hver av de to stedene enkeltvis og samlet. Antall friksjonsmålinger på hvert føreforhold.

Som et gjennomsnitt er friksjonen på tørr bar veg målt til 0,44, hvilket kan synes noe lavt. Den kan ha vært noe høyere, men vi har likevel valgt å benytte denne verdien. De andre foretatte friksjonsmålingene oppviser sannsynlige verdier i størrelsesorden 0,26-0,28 på ulike snø og isforhold. Vi må anta at den oppgitte verdien for bart i spor 0,35 er målt i kjøresporet. Det er gjennomgående målt lavere verdier på Vollstad enn på Sandvikeidet. Dette er uten betydning idet de følgende beregninger blir å betrakte som relative verdier.

## 5.3 Bremselengder

Gitt de målte friksjonsverdiene og resultatene fra fartsmålingene på Vollstad og Sandvikeidet kan en ved hjelp av klassisk bremsefriksjon beregne de aktuelle bremselengdene på ulike føreforhold. Reaksjonstider er ikke medregnet, og forutsettes dermed å være den samme på alle føreforhold.

Bremselengdene er beregnet med den målte friksjon og den målte fart på hvert føreforhold og sted. Deretter er resultatene midlet aritmetisk og framstilt relativt til bremselengden på tørr bar veg, som er valgt lik 1,0. Resultatene er vist i figur 4 hvor fargekodene for de ulike føreforholdene gitt langs den vertikale akse er som i de andre figurene (tørr bar veg er rød osv). Lengden av den enkelte søylen i diagrammet gjenspeiler den relative bremselengden.



Figur 4: Beregnet bremselengde relativt til tørr bar veg basert på målt friksjon og fart på ulike føreforhold.

Sammenliknet med tørr bar veg er den relative bremselengden større på alle andre føreforhold som undersøkelsen omfatter. Resultatene varierer fra om lag samme bremsestrekning på våt bar og tørr bar veg til opp mot 50 % lenger på tynn is. Sammenliknet med kjøring i om lag 70 km/t på bar veg med friksjon 0,44 innebærer dette at bremselengden øker fra 45m til 68m ved kjøring på tynn is med friksjon 0,28.

Økningen er større på de "usynlige" vinterføreene tynn is og is enn de er på de "synlige" vinterføreene løs snø, hard snø og slaps.

Føreforholdet med absolutt målt lavest friksjon slaps = 0,26 er således ikke det føreforholdet hvor bremsestrekningen er lengst. Dette skyldes at trafikantene på dette føret foretar den største fartstilpasningen og reduserer farten til 92 % av hva den var på tørr bar veg.

På tynn is er friksjonen også betydelig lavere enn på bar veg, men ikke så lav som på slaps. Når trafikantene så i tillegg til den lavere friksjonen på dette føret foretar en mindre tilpasning av farten enn på slaps, blir resultatet at en på dette føret oppnår de lengste bremsestrekningene.

Uansett om det foretas visse tilpasninger av trafikantenes fart til de rådende friksjonsforholdene synes de foretatte tilpasningene å være langt fra tilstrekkelige til å opprettholde omtrentlig den samme bremselengden som den en har ved kjøring på tørre bare veger.

## 5.4 Friksjonstilpasset fart

Med friksjonstilpasset fart menes den kjørefarten som gir samme sikkerhetsmargin (bremsestrekning) ved kjøring på ulike føreforhold.

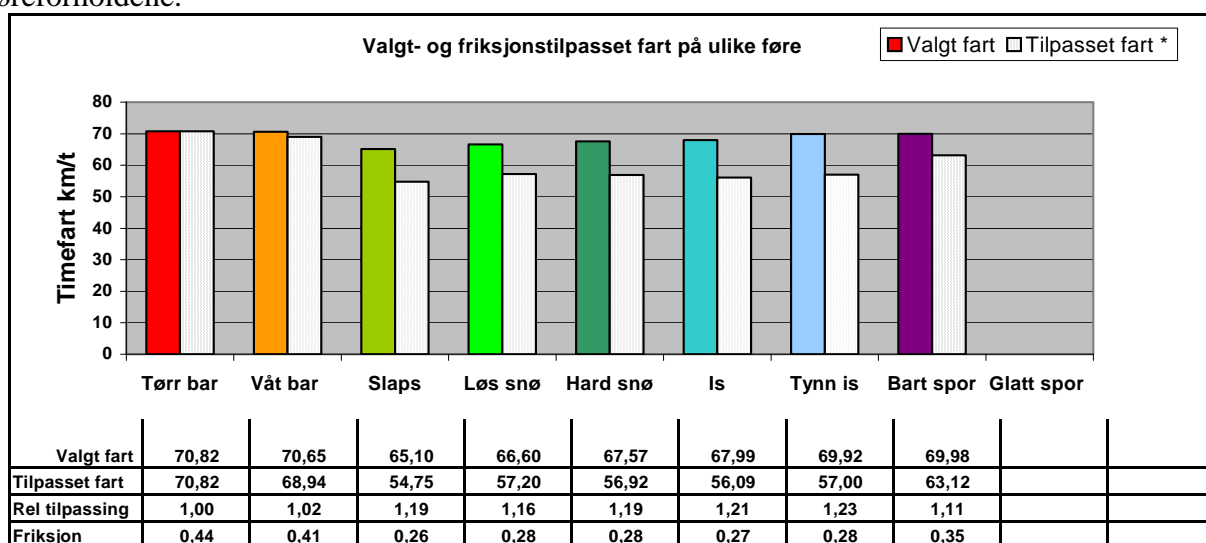
Vi antar at fartsvalget på tørr bar veg gjenspeiler trafikantenes behov for sikkerhetsmargin og betrakter den nødvendige bremselengden som et uttrykk for denne sikkerhetsmarginen. Med friksjonstilpasset fart på et føreforhold menes da den kjørefarten som gir den samme bremselengden som på tørr bar veg gitt den farten som der ble valgt.

Målingene fra Sandvikeidet og Vollstad gir mulighet til å studere denne fartstilpasningen mer i detalj.

Dette er vist i figur 5. Her framstilles den faktisk målte farten (Valgt fart) og den friksjonstilpassede farten (Tilpasset fart) på ulike føreforhold. Farten er angitt i km/t på den vertikale akse mens søylene representerer de ulike føreforholdene. Fargekodene er valgt som tidligere (tørr bar veg er rød osv) og den valgte farten er framstilt med heltrukket farge og den tilpassede farten med prikker av samme farge.

Jo større forskjellen på to søyler av samme farge (helfarget og prikket) er, desto større er forskjellen på valgt fart og tilpasset fart. Med andre ord jo større er **mangelen** på fartstilpasning.

Under figuren angis tallverdier for valgt fart, tilpasset fart og aktuell friksjon på de ulike føreforholdene.



\* Med tilpasset fart menes den kjørefarten som gir samme bremselengde som ved tørr bar veg

Figur 5: Valgt fart, friksjonstilpasset fart relativ fartstilpasning og friksjon ved ulike føreforhold. Basert på målinger fra Sandvikeidet og Vollstad.

Den valgte farten på tørr bar veg er 70,82 km/t. Med en målt friksjon på 0,44 innebærer dette en beregnet bremselengde på 44,83m. Dette legges som basis bremselengde på de andre føreforholdene.

På tynn is var den valgte kjørefarten 69,92 km/t. Friksjonen ble målt til 0,28. Dersom en med denne friksjonen skulle oppnå en bremselengde på 44,83m måtte farten ha vært 57,00 km/t. Den relative fartstilpasningen på dette føret blir 1,23 (69,92/57,00), hvilket også betyr at trafikantene på dette føret velger en fart som er 23 % høyere enn den burde vært dersom den skulle vært tilpasset friksjonen med tanke på bremsestrekningens lengde.

Den relative fartstilpasningen på de andre føreforholdene framgår av figuren.

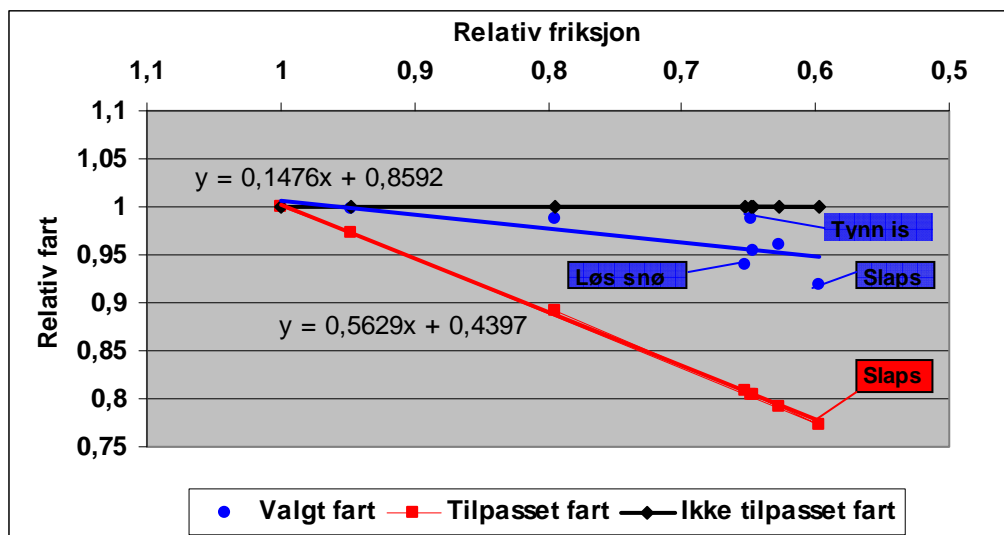
## 5.5 Generalisert sammenheng mellom friksjon og fart

Dersom kjørefarten til enhver tid hadde blitt tilpasset den eksisterende friksjon på en slik måte at bremselengden forble konstant, ville kjørefarten være en entydig lineær funksjon av friksjonen. Den røde kurven i figur 6 viser denne sammenhengen. Figuren viser kjørefarten langs den vertikale akse som funksjon av friksjonen langs den horisontale akse. Begge er framstilt relativt til kjøring på tørr bar veg hvor både friksjonen og farten er satt lik 1.

Lavest friksjon i våre målinger forekom ved føreforholdet slaps ( $f=0,26$  eller relativt tørr bar mark  $0,60=0,26/0,44$ ). Med en fullt ut friksjonstilpasset kjørefart ville farten på dette føret vært 54,75 km/t eller 0,773 relativt tørr bar mark ( $54,75/70,82$ ). Punktet med relativ friksjon  $=0,60$ , og relativ fart  $=0,773$  viser således føreforholdet slaps, avmerket lengst til høyre på den røde kurven.

Punktene som viser full tilpasning på de andre føreforholdene ligger alle på den røde linjen.

Den sorte linjen viser til sammenlikning en friksjonsuavhengig fart, uten noen form for fartstilpasning. Den relative farten er da lik 1,0 uavhengig av friksjonen. Avstanden mellom den sorte og den røde linjen viser størrelsen av den fartstilpasningen som er nødvendig for å opprettholde en konstant bremselengde.



Figur 6: Valgt fart og friksjonstilpasset fart som funksjon av friksjonen. Verdier relativt til kjøring på tørr bar veg.

Den faktisk valgte farten på de samme føreforholdene er vist med blå punkter i diagrammet. Føreforholdet slaps er her vist og avmerket lengst til høyre av de blå punktene. Punktet er angitt med relativ friksjon 0,60 og relativ fart 0,92 ( $65,10/70,82$ ). Den blå linjen representerer en lineær regresjonsanalyse av de valgte kjørefartene på ulike føreforhold beskrevet ved friksjonen. Funksjonen har en korrelasjonskoeffisient på  $R^2=0,66$ .

Avstanden mellom den sorte og den blå linjen viser den fartstilpasningen trafikantene faktisk gjør i forhold til de rådende føreforholdene målt som friksjon. Den røde linjen (avstanden mellom den sorte og den røde) viser den fartstilpasningen trafikantene burde foretatt dersom de ønsket å opprettholde samme sikkerhetsmargin målt som bremselengder på alle føreforholdene.

Avstanden mellom den røde og den blå linjen viser således **mangelen** på fartstilpasning.

Generelt kan det sies at figur 6 (den blå linjen relativt den sorte) viser at trafikantene foretar en viss tilpasning til de rådende friksjonsforhold. Avstanden mellom den røde og den blå linjen viser imidlertid at den valgte tilpasningen ikke på langt nær er stor nok til å opprettholde en stabil sikkerhetsmargin på føreforhold hvor friksjonen er lav. I relative termer utgjør den foretatte tilpasningen av kjørefarten omlag 25 % av hva den burde være. Ved små friksjonsendringer vil den manglende tilpasningen føre til en beskjeden absolutt endring av bremsestrekningen, men ved kjøring på f eks tynn is kan bremselengdeøkningen bli opp mot 50 % av hva den er på tørr bar veg.

Blå punkter plassert under den blå linjen (avmerket for føreforholdene slaps og løs snø) oppviser noe bedre tilpassing av farten til de rådende friksjonsforholdene enn de punktene som ligger over den blå linjen.

Punktet tynn is er avmerket i figur 6 (0,65, 0,98). Punktet har omlag samme relative friksjon som løs snø, begge omlag 0,65, men den relative valgte kjørefarten er betydelig lavere på løs snø enn på tynn is.

Dette innebærer at fartstilpasningen er større på slaps enn hva den er på tynn is selv om friksjonen på de to føreforholdene er omlag den samme.

En mulig forklaring på dette kan være at det for trafikantene er lettere å identifisere løs snø enn hva tilfellet er med tynn is og at de derfor er mer villige til å foreta fartstilpasninger når de selv kan basere sitt fartsvalg på en rasjonell forklaring.

## 6. Andre studier som omhandler fart, friksjon og føreforhold.

Fart, friksjon og føreforhold har vært gjenstand for kartlegging og registrering i flere nordiske prosjekter hvor hovedfokuset har vært varierende.

Bl annet kan nevnes:

- Risikostudier
- Vintervedlikeholdsprosjekter
- Vurdering av strategier for valg av piggdekk vs vinterdekk
- Effekter av vegsalt
- Kjøreknostadsstudier. Måling av drivstoff forbruk.
- Studier av fartsgrensepolicy/vinterfartsgrenser
- Tilstandsundersøkelser
- Dekkestudier (slitasje av vegdekker)

Vinklingen på problemstillingene har selvsagt variert avhengig av hva hovedhensikten med prosjektet har vært, men felles med vår studie har friksjon og fart blitt målt.

**Fartsmålinger** er stort sett foretatt på sammenliknbare måter, med måling av enkeltkjøretøyer som aggregeres til timeresultater.

**Friksjonsmålinger** er derimot gjennomført på mange ulike måter. Fra målinger med svært enkelt utstyr og opp til apparater som måler meget nøyaktig og som tar hensyn til en rekke faktorer.

**Føreforholdsinndeling** eller inndeling og klassifisering av vegens overflate i ulike føreforhold varierer mellom ulike studier. Fra de enkleste hvor det kun deles i sommerføre/vinterføre, til de mest detaljerte hvor en opererer med opp mot 15 ulike føreforhold.

Eksempler her kan være ulykkes-/risikovurderinger basert på Statistisk sentralbyrå (SSB) sin inndeling og klassifisering av føreforhold på steder hvor det har skjedd trafikkulykker.

Her deles kun i fire:

1. Tørr bar veg
2. Våt bar veg
3. Snø og isdekket veg
4. Glatt ellers.

Selv om andre undersøkelser som f.eks. kartlegger trafikkmengden på ulike føreforhold har en ”finere” oppdeling av føreforholdet enn SSB har, vil det likevel ikke være mulig å beregne risiko el. l. etter en finere inndeling enn den alle variable som inngår har.

I denne sammenheng har vi ønsket å kunne sammenlikne de foretatte målinger av kjørefart og friksjon med resultater fra andre større og mer omfattende undersøkelser som er gjennomført i Norge i løpet av siste 10 år. Dette har vært førende for den føreforholdsinndeling vi har valgt, og vår inndeling er således i samsvar med inndelinger brukt i nyere norske undersøkelser.

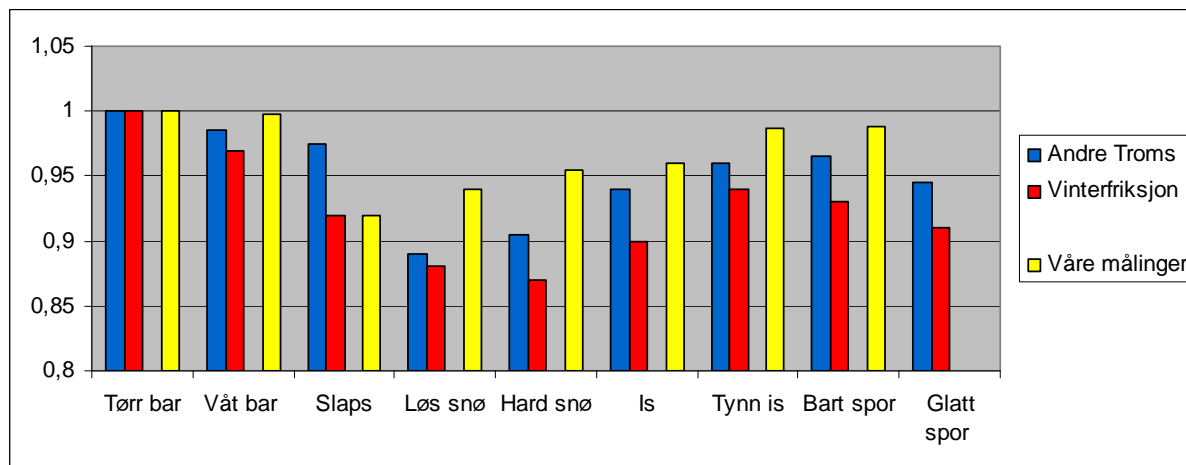
Vi har valgt å sammenlikne våre tall med

- Vinterfriksjonsprosjektet
- Effekter av ulike innsatsnivåer inne drift og vedlikehold (direkte målinger i Troms)



## 6.1 Fartsvalg.

Den neste figuren viser sammenlikninger av fartsmålinger på ulike føreforhold. Kjørefarten er framstilt relativt til kjøring på tørr bar veg langs den vertikale aksen, mens føreforholdet er angitt på den horisontale aksen.



Figur 7: Relativt fartsvalg på ulikt føreforhold hentet fra ulike kilder.

Figuren viser resultater fra tre ulike kilder: Vinterfriksjonsprosjektet, spesielle målinger i Troms, samt våre målinger.

Selv om vi ikke har resultater fra føreforholdet glatt i spor viser figuren generelt samme mønster ved tilpassing av kjørefart til ulike føreforhold i alle tre undersøkelsene. Fartstilpasningen er totalt sett beskjedne, men likevel relativt sett større på de ”synlige vinterføreene” slaps, løs snø og hard snø enn tilsvarende på is og tynn is.

Figur 7 viser at søylene basert på våre målinger gjennomgående er høyere enn de to andre kildene. Den relative farten er således høyere i våre undersøkelser enn i de to andre kildene som refereres. Eller uttrykt annerledes: fartstilpasningen er mindre i våre undersøkelser enn i de to andre. Dette gjelder på alle føreforhold bortsett fra på føreforholdet slaps, hvor våre målinger er om lag som i vinterfriksjonsprosjektet.

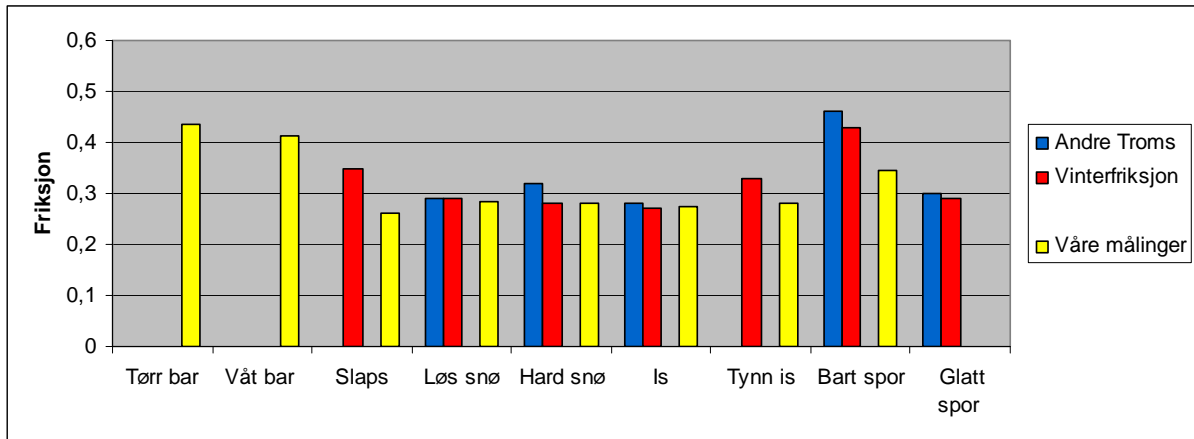
Resultatene viser at fartstilpasningen generelt er større i vinterfriksjonsprosjektet enn den er i undersøkelsene foretatt spesifikt i Troms. Vinterfriksjonsprosjektet er basert på målinger foretatt i mange fylker både sør og nord i Norge. Forskjellen mellom de to kildene kan således lede til en konklusjon om at fartstilpasningen til ulike føreforhold i våre nordligste fylker har en tendens til å være mindre enn dersom en betrakter landet under ett.

Resultatene fra våre undersøkelser viser minst tilpasning av alle de tre kildene.

## 6.2 Friksjon

Figur 8 viser tilsvarende resultat av friksjonsmålinger på ulike føreforhold gjengitt fra de to ulike kildene i tillegg til våre målinger.

Friksjonen er gitt i absolutte tall langs den vertikale aksen, mens føreforholdet er angitt på den horisontale aksen.



Figur 8: Friksjon på ulikt føreforhold hentet fra ulike kilder.

Som det framgår oppgir ikke alle undersøkelsene friksjon på alle føreforhold.

Bortsett fra føreforholdet slaps, synes overensstemmelsen mellom resultatene våre og de to andre kildene å være gode i forhold til hva som er å forvente. Våre målinger er gjennomført på en relativt enkel måte og en kan ikke forvente stor nøyaktighet. Dette bl a fordi andre faktorer som for eks. temperatur og nedbør spiller stor rolle for størrelsen av friksjonen.

Når vår friksjonsmåling på slaps viser noe lavere verdier enn hva vinterfriksjonsprosjektet gjorde kan det dels ha sammenheng med målenøyaktighet direkte, men det er også mulig at friksjonen faktisk var lavere enn hva som er vanlig å forvente på dette føreforholdet. Den relativt store fartstilpasningen som ble foretatt på dette føreforholdet i våre målinger kan tyde på at friksjonen her faktisk var lavere enn normalt.

## 7. Konklusjon

De målte friksjonsverdiene på ulike føreforhold virker rimelige sammenliknet med andre undersøkelser gjennomført i Norge generelt og i Troms spesielt.

Fartsmålingene viser at trafikantene tilpasser sin kjørefart til føreforholdet og deres forventninger til friksjonen på ulikt føre.

Tilpasningene er imidlertid **ikke tilstrekkelige** til å opprettholde samme sikkerhetsmargin (operasjonalisert som bremsestrekning) som ved kjøring på tørr bar veg.

Generelt utgjør tilpasningen av kjørefarten til den målte friksjonen om lag 25 % av det den burde være for å gi samme bremselengder på ulike føreforhold.

Tilpasningen er større (kjørefarten senkes mer) når friksjonen er ”synlig” lavere som f. eksempel snø og slaps enn den er på mindre ”synlig” lav friksjon som f.eks. tynn is. Dette kan dels skyldes bevisst ”**risk-taking**” ved kjøring på føreforhold med lav friksjon, men kan også skyldes mangel på kunnskap om hvor lange bremselengder kan bli i noen sammenhenger.

En annen mulig forklaring kan selvsagt også være at trafikantene synes sikkerhetsmarginen/bremselengden ved kjøring på tørr bar veg generelt er for kort og at de totalt sett ønsker å kjøre betydelig fortere på tørr bar veg enn de faktisk gjør, men at fartsgrenser og andre forhold ikke gjør dette mulig.

Fartstilpasningene i denne undersøkelsen er mindre enn hva som er tilfelle i to andre undersøkelser hvor de samme problemstillingene er belyst. Den ene undersøkelsen gjengir resultater basert på målinger spredt rundt i Norge, mens den andre gjengir resultater fra målinger i Troms fylke. Tilpasninger av kjørefarten til føreforholdet synes generelt å være for liten, men tilpasningene målt i Troms er mindre enn hva som måles andre steder i Norge.

Resultatene i vår undersøkelse viser dessuten mindre tilpasning enn hva som ble funnet i den refererte undersøkelsen fra Troms.

Sammenhengen mellom fart og ulykker er vel kjent og dokumentert i vitenskapelig sammenheng. Selv om vår undersøkelse er enkel og unøyaktig på flere punkter er hovedkonklusjonen om mangel på fartstilpasning til føreforholdet absolutt å regne som en medvirkende forklaring til de høye ulykkestallene observert på vinterføre.

Siden tilpasningen er mindre i vår undersøkelse enn det som er vanlig i landet bør det vurderes hvorvidt en bør gå videre med denne problemstillingen og eventuelt rette en spesiell kampanje mot disse trafikantene innenfor temaområdet fartstilpasning.

## 8. Referanser

Ragnøy, A, Christensen, P og Elvik, R. 2002

*Skadegradstetthet - SGT. Et nytt mål på hvor farlig en vegstrekning er.*

TØI rapport 618/2002. Oslo, Transportøkonomisk institutt.

Sakshaug, K, Giæver, T. 2005

*Fartsnivå ved ulike friksjons- og føreforhold*

SINTEF Notat 223387. Trondheim 07/09 2005

Sakshaug, K. 2005

*Sammenheng mellom ulykkesfrekvens, ulykkeskostnad og føre- og friksjonsforhold*

SINTEF Notat 223387. Trondheim 20/01 2005

Giæver, T, Lillestøl P, J, Vaa, T. 2001

*Samfunnsmessige effekter av ulike innsatsnivåer innen drift og vedlikehold – tema Vinter*

SINTEF Notat 22j358.01. Trondheim 15/08 2001

Ragnøy, A, Fridstrøm, L. 1999

*Vinterfartsgrenser*

TØI rapport 462/1999. Oslo, Transportøkonomisk institutt.

Sakshaug, K. 2005

*Føre-, farts- og friksjonsmålinger.*

*Bearbeidinger av resultater fra Troms og Oppland*

SINTEF Notat 223387. Trondheim 15/06 2005

Wallman CG. 2005

*Mätning av fordonshastighet och flöde vid olika väglag*

VTI rapport 953 - 2005 Väg och transportforskningsinstitutet, Linköping februar 2005

## Vedlegg 1

Føreregistreringsskjema

Introduksjon og eksempel på utfylt skjema

## Instruksjon:

Sted	Dato	Klokke	Retning	Føre	Lufttemp	Nedbør	Vedlikehold siden sist	Friksjon	Merknader
	xx.xx06		1						
			2						
			1						
			2						

Merknader til skjemaet.:

Føret kan være forskjellig i de to retningene. Det samme kan vedlikehold siden sist.  
1 er med og 2 er mot kilometrerer

Vi velger en nivå II inndeling av føret

Dersom det er synlig gjennomført vintervedlikehold siden forrige registrering  
Dette kan være :  
Brøyting  
Strøing med sand  
Salting  
Høvling

### Føreforholdsinndeling:

Nivå I

Nivå II

Bar veg

1 Tørr bar veg

2 Våt bar veg

Vått og bart. (Også våt etter salting)

Snø og is

3 Slaps

Våt snø i store deler av kjørebane

4 Løs snø

Nær snøfall. Snø kan "samles" i kjørefeltet/hjulsporene

5 Hard snø

Snøen komprimeres i hjulsporene, men er fremdelse hvit

6 Is

Ytterligere komprimering. Toppsjikt over til is. Mer blålig enn hvit. Glatter enn hard snø

7 Tynn is/ Rim

Dannet av vann som fryser. Kan se vegdekket gjennom isdekket

Sporslitt

8 Bart i spor

Sporslitt betyr at det er hard snø/is mellom hjulspor, men at det i hjulsporene er annerledes føre enn mellom hjulsporene

Bart i hjulsporene

9 Glatt i spor

Glatt (tynn is/rim) i hjulspor

### Nedbør inndeling:

Opphold

1 Opphold

0 nedbør

Nedbør

2 Regn

fallende nedbør og temp > 0

3 Sludd

fallende nedbør og temp +/- 0

4 Snø

fallende nedbør og temp < 0

Dersom du har mulighet, forsøk å anslå hvor stor andel av tiden fra forrige måling nedb/opp har vedvart.  
5/8 betyr at det har snødd i 5 av de 8 timene som har gått siden forrige registrering.  
i Nedbørkolonnen skriver du **4 Snø 5/8**  
eller **1 Opphold 8/8** (hele tiden)  
Hvis du ikke vet Ikke skriv andeler.

### Merknader:

I merknadsrubrikken er det også mulig å angi et bildenummer dersom de har et kamera og er i tvil om føret.  
Det er mulig å bruke et engangskamera

Ukenummer: 51

Sted	Dato	Klokke	Retning	Føre	Lufttemp	Nedbør	Vedlikehold siden sist	Friksjon	Merknader
Sandvikeidet	18.12.2006	09:25	1	5	-3,1	4	1	0,31	Felt 2 blir
			2	5				0,33	målt først
Sandvikeidet	18.12.2006	13:45	1	5	-3,1	4	1	0,28	Felt 2 blir
			2	5				0,31	målt først
Sandvikeidet	19.12.2006	10:35	1	5	-2,5	1	1	0,31	Felt 2 blir
			2	5				0,33	målt først
Sandvikeidet	20.12.2006	09:45	1	3	2,1	2	2 + 3	0,29	Bart i spor
			2	3				0,31	målt i spor
Sandvikeidet	21.12.2006	09:30	1	2	5,2	2		0,45	Felt 2 blir
			2	2				0,45	målt først
Sandvikeidet	22.12.2006	09:15	1	2	3,1	2		0,44	Felt 2 blir
			2	2				0,45	målt først
			1						
			2						

- 1 Tørr bar veg
- 2 Våt bar veg
- 3 Slaps
- 4 Løs snø
- 5 Hard snø
- 6 Is
- 7 Tynn is/ Rim
- 8 Bart i spor
- 9 Glatt i spor

- 1 Opphold
- 2 Regn
- 3 Sludd
- 4 Snø

- 1 Brøyting
- 2 Strøing med sand
- 3 Salting
- 4 Høvling

Merknader eller kommentarer  
som gjelder denne uken.